

## MODELO MICROECONOMICO DEL MERCADO DE LOS SERVICIOS DE RADIO TAXIS URBANOS

J. Enrique Fernández L., Joaquín de Cea Ch.  
Departamento de Ingeniería de Transporte  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Casilla 306, Santiago 22, Chile  
Fax: (56-2) 686 4818  
e-mail: [jef@ing.puc.cl](mailto:jef@ing.puc.cl)

Francisca Socías U.  
SECTRA  
Teatinos 950 Piso 16, Santiago, CHILE  
Fax: (56-2) 696 6477  
e-mail: [fsocias@sectra.cl](mailto:fsocias@sectra.cl)

### RESUMEN

En este trabajo se desarrolla un modelo micro-económico del funcionamiento de los sistemas de radio taxis urbanos con el fin de determinar si el mercado opera de manera socialmente óptima. En él se especifican las funciones de costos de los operadores, los usuarios y el sistema, tanto en el corto como en el largo plazo. Se determinan también las características de equilibrio del mercado operando libremente (libertad de entrada y tarifa) y las de una operación socialmente óptima. Finalmente, se analizan las principales políticas regulatorias que se pueden implementar a fin de lograr una operación socialmente eficiente, y se obtiene que la regulación de tarifa logra cumplir con estos objetivos.

## 1. INTRODUCCION

En la mayoría de las ciudades existen dos tipos de servicios de taxis, los taxis de barrido y los radio taxis. En este trabajo analizamos el comportamiento de estos últimos. Los taxis de barrido han sido estudiados extensivamente por diferentes autores (ver Fernández et al. 2001). Existen varios estudios que analizan las diferencias entre ambos sistemas de taxis (Williams (1980) Shreiber (1975);Coffman (1977)) y en la mayoría de ellos se concluye que los sistemas de radio taxis corrigen las principales imperfecciones que presenta la operación de los mercados de servicios de taxis de barrido. También se han realizado y publicado análisis empíricos basados en la calibración de modelos econométricos (Brown y Fitzmaurice (1978)), sin embargo ellos no permiten obtener conclusiones relevantes de la estructura de costos, comportamiento de mercado o características de la operación socialmente óptima de estos sistemas.

En este trabajo desarrollamos un modelo micro-económico del funcionamiento de los sistemas de radio taxis. En él se especifican las funciones de costos de los operadores, los usuarios y el sistema, tanto en el corto como en el largo plazo. Se determinan también las características de equilibrio del mercado operando libremente (libertad de entrada y tarifa) y las de una operación socialmente óptima. Finalmente, se analizan las principales políticas regulatorias que se pueden implementar a fin de lograr una operación socialmente eficiente. Los principales resultados obtenidos indican la existencia de economías de escala en la operación de los centros de despacho. Por su parte el sistema operando libremente produce un equilibrio oligopólico con características de competencia imperfecta o monopolística. De lo anterior se concluye la necesidad de implementar políticas de regulación para obtener una operación socialmente eficiente. Se concluye también que la regulación debe basarse en el concesionamiento de centros de despacho únicos por área.

## 2. EL MODELO

### 2.1. Principales Supuestos

En el modelo se consideraron los siguientes supuestos: i) En el análisis sólo se considera la operación de servicio de radio taxis<sup>1</sup>. Cada taxi se afilia sólo a un centro de despacho, que se encarga de recibir las solicitudes del servicio (llamadas telefónicas) realizadas por los usuarios. ii) El centro de despacho provee el servicio a los consumidores ubicados en una cierta “área de servicio” que tiene  $A$  kms de vías, dentro de una ciudad con  $\bar{A}$  kms totales de vías ( $A \leq \bar{A}$ ). iii) Se supone que durante el período de operación se mantienen condiciones estables de operación. iv) Se asume que  $D$  centros de despacho distintos operan dentro de la ciudad.

El número promedio de carreras realizadas por cada radio taxi es igual a  $q$ .  $N_i$  representa el número de radio taxis afiliados al centro de despacho  $i$ . Por lo tanto, el número total de carreras  $Q_i$  realizada por cada firma, es igual a  $Q_i = N_i \cdot q$ . Si el número total de carreras demandadas

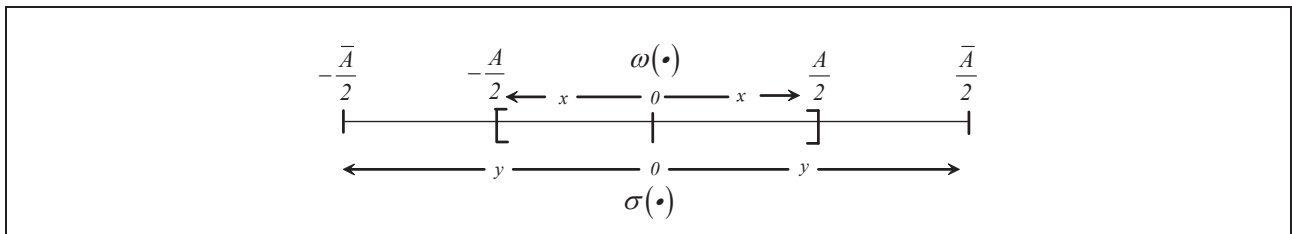
---

<sup>1</sup> No se considera la operación de los taxis de barrido (i.e. taxis que circulan por la calles constantemente en busca de pasajeros).

dentro de la ciudad durante el período de operación es igual a  $Q$ , entonces  $Q = D \cdot Q_i$ . Si se considera que el número de radio taxis en la industria es  $N$ , entonces  $N = D \cdot N_i$ .

Se supone que al recibir un llamado solicitando una carrera, la operadora se comunica con los radio taxis disponibles y asigna el más cercano al usuario. Una vez que el pasajero llega a su destino, el radio taxi se localiza dentro del área de servicio y espera hasta que le es asignado un nuevo usuario<sup>2</sup>. Entenderemos que una carrera comienza cuando el radio taxi se dirige a buscar al pasajero y termina cuando queda nuevamente disponible dentro del área de servicio. Se asume<sup>3</sup> que los usuarios usan el servicio regularmente. Esto significa que utilizan el servicio de una manera programada, por lo que lo solicitan con cierta anticipación y por lo tanto, no incurren en un tiempo adicional de espera. El servicio entregado por los operadores de radio taxi es considerado un cuasi-servicio, que para convertirse en un servicio real debe contar con la participación del pasajero, que contribuye un importante factor productivo: su tiempo de viaje (Mohring (1976)). Por consiguiente, tanto el centro de despacho como los taxis y los pasajeros son considerados como participantes de la producción del servicio.

En la Figura 1 se representa esquemáticamente (en un espacio unidimensional) una ciudad de tamaño  $A$  y un área de servicio de tamaño  $\bar{A}$ , expresadas como kilómetros de calles respectivamente. El centro de la ciudad coincide con el del área de servicio y está en el punto 0. Todas las demandas por servicio (orígenes) se generan dentro del área de servicio, y su posición respecto a 0 es representada por la variable “ $x$ ”. La distribución espacial de los orígenes está dada por la función  $\omega(\bullet)$ . Por otra parte, los destinos se pueden ubicar a lo largo de toda la ciudad y su posición se representa por la variable “ $y$ ”. La distribución espacial de los destinos está dada por la función  $\sigma(\bullet)$ . Se considera que la distribución espacial de los orígenes y destinos son datos exógenos y representan la distribución espacial de la demanda.



**Figura 1: Configuración del Área de Servicio y de la Ciudad**

$\omega(x)$  puede ser interpretada como la proporción del total de carreras que se originan en la posición “ $x$ ” y  $\sigma(y)$  como la proporción de carreras cuyos destinos se ubican en la posición “ $y$ ”.

Por lo tanto, satisfacen que:  $\int_{-\frac{A}{2}}^{\frac{A}{2}} \omega(x) dx = 1$  y  $\int_{-\frac{A}{2}}^{\frac{A}{2}} \sigma(y) dy = 1$ .

<sup>2</sup> Sin embargo, es normal que el radio taxi haya recibido una nueva solicitud mientras realiza la carrera o mientras vuelve al área de servicio y por lo tanto no necesita estacionarse

<sup>3</sup> Como es el caso de Santiago, Chile la ciudad donde se basa nuestro estudio.

## 2.2. Componente de Tiempo de una Carrera

Los costos asociados a la operación de los radio taxis dependen de la duración promedio de una carrera  $t$ . Esta se puede desglosar en tres componentes: i) el tiempo que el radio taxi se demora en recoger al pasajero en su origen y se denomina tiempo medio de respuesta,  $\tau$ , ii) el tiempo que se demora el taxi desde el origen hasta el destino del pasajero que corresponde a su tiempo medio de viaje,  $\bar{t}$ , iii) el tiempo que el radio taxi se demora en reacomodarse dentro del área de servicio una vez que dejó al pasajero en su destino,  $T$ .

### a) Tiempo Medio de Viaje de un Pasajero, $\bar{t}$

Primero, se obtiene el tiempo medio de viaje  $\bar{t}(x)$ , entre el origen de cada pasajero (ubicado en la posición "x") y todo posible destino dentro de la ciudad,

$$\bar{t}(x) = \frac{1}{S} \cdot \left\{ \int_{-\frac{A}{2}}^x (x-y) \cdot \sigma_i(y) dy + \int_x^{\frac{A}{2}} (y-x) \cdot \sigma_i(y) dy \right\} \quad (1)$$

donde  $S$  es la velocidad media de circulación de los radio taxis. Luego integrando (1) a lo largo de toda el área de servicio ( $-A/2$  y  $A/2$ ), obtenemos la duración promedio de una carrera,  $\bar{t}$ :

$$\bar{t} = \int_{-\frac{A}{2}}^{\frac{A}{2}} \bar{t}(x) \cdot \omega(x) dx \quad (2)$$

Para el caso en que la distribución espacial de los orígenes y destinos es uniforme, es fácil obtener que<sup>4</sup>:

$$\bar{t} = \frac{1}{S} \cdot \left( \frac{A^2}{12 \cdot A} + \frac{A}{4} \right) \quad (3)$$

### b) Tiempo Medio de Reacomodo en el Área de Servicio, $T$

Se considera que una vez que el radio taxi deja al pasajero en su destino, éste se localiza dentro del área de servicio de acuerdo a la distribución de los orígenes  $\omega(\bullet)$ . Si el radio taxi deja a un pasajero en un destino que se ubica fuera del área de servicio, éste tendrá primero que regresar al área de servicio. Por lo tanto, el valor medio de  $T$  va a ser igual (el mismo recorrido pero en sentido contrario) al tiempo medio de viaje de un pasajero  $\bar{t}$ .

### c) Tiempo Medio de Respuesta, $\tau$

Para calcular  $\tau$  se usa un enfoque similar al utilizado por Douglas (1972) en la determinación del tiempo medio de espera en el mercado de los taxis de barrido<sup>5</sup>. Por lo tanto supondremos que  $\tau$  depende del tamaño del área de servicio y de los radio taxis disponibles  $V_i$ , que pertenecen al centro de despacho  $i$ . Se supone además que la disponibilidad de radio taxis depende al mismo tiempo de  $Q_i$  y  $N_i$ , y debe satisfacer  $\partial V_i / \partial Q_i < 0$  y  $\partial V_i / \partial N_i > 0$ . Fernández et al (2001), Cairns

<sup>4</sup> Las conclusiones obtenidas en este artículo no son modificadas si se considera una distribución triangular. Sin embargo, la expresión analíticas es significativamente más compleja.

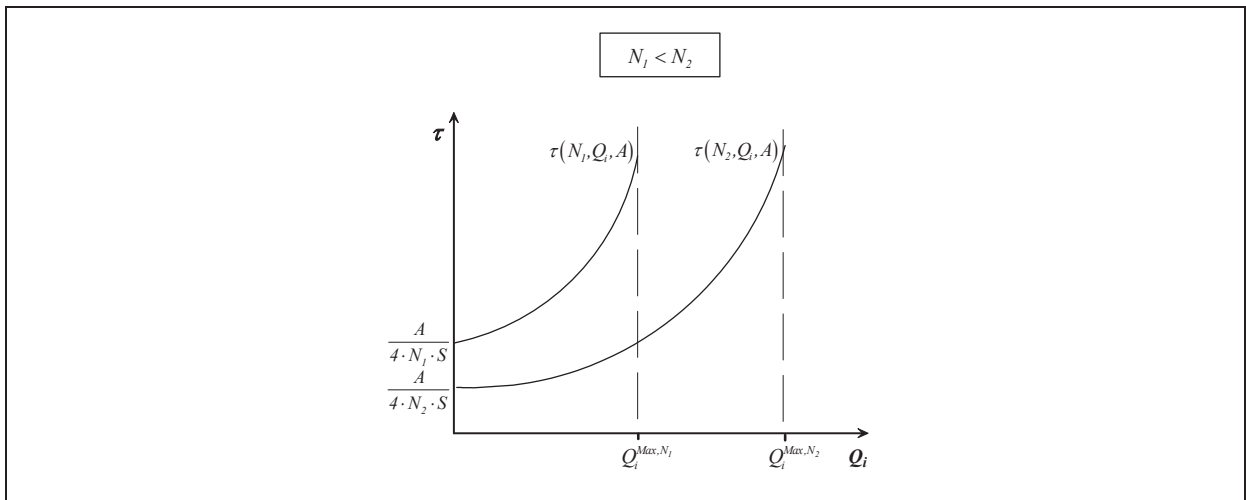
<sup>5</sup> Es importante hacer notar la similitud formal que existe entre ambas variables.

and Liston-Heyes (1996) y Douglas (1972), utilizan la siguiente formulación para,  $V_i$  expresada como el número de horas de radio taxis que se encuentran disponibles cuando el período de análisis es de 1 hora:  $V_i = N - Q \cdot t$ . Si los  $V_i$  radio taxis disponibles se distribuyen de acuerdo a  $\omega(\bullet)$  obtenemos la siguiente expresión implícita para el tiempo de respuesta:

$$\tau = \frac{A}{4 \cdot [N_i - Q_i \cdot (\tau + \bar{t} + T)] \cdot S} \tag{4}$$

El factor 4 en (4) es consecuencia del supuesto de uniformidad en la ubicación de los radio taxis disponibles dentro del área de servicio. Reordenando la expresión se obtiene la siguiente ecuación de segundo orden en  $\tau$ .  $Q_i \cdot \tau^2 + (Q_i \cdot t' - N_i) \cdot \tau + \frac{A}{4 \cdot S} = 0$  donde  $t' = \bar{t} + T$ . Resolviendo para  $\tau$ .

$$\tau = \frac{(N_i - Q_i \cdot t') \pm \sqrt{(Q_i \cdot t' - N_i)^2 - \frac{Q_i \cdot A}{S}}}{2 \cdot Q_i} \tag{5}$$



**Figura 2: Representación Gráfica de  $\tau$**

Dada la expresión (5) es necesario analizar cuál de las dos soluciones para  $\tau$  es válida para un sistema real. Si se considera la raíz negativa,  $-\sqrt{\%}$ , se obtiene que:  $\tau > 0$ ,  $\partial\tau/\partial N_i < 0$  y  $\partial\tau/\partial Q_i > 0$ , lo que es consistente con nuestros supuestos de comportamiento. Sin embargo, si se considera la raíz positiva,  $+\sqrt{\%}$ , se obtiene  $\partial\tau/\partial N_i > 0$  y  $\partial\tau/\partial Q_i < 0$ , que no representa de manera adecuada el real comportamiento del tiempo de respuesta. Por lo tanto, en adelante consideraremos la expresión correspondiente a la raíz negativa. Es importante notar que  $\tau$  es real sólo si el discriminante de la ecuación (5) es positivo, lo que significa que el número máximo de carreras que el centro de despacho puede producir está dado por:

$$Q_i^{max} < \frac{1}{t'^2} \left[ \left( \frac{A}{2 \cdot S} + N_i \cdot t' \right) - \sqrt{\frac{A}{S} \cdot \left( \frac{A}{4 \cdot S} + N_i \cdot t' \right)} \right].$$

La representación grafica de  $\tau$  vs  $Q_i$  dada por (5), se

observa en la Figura 2. El mínimo valor  $\tau$  se alcanza cuando  $Q_i = 0$  y es igual  $A/(4 \cdot N_i \cdot S)$  (se obtiene reemplazando  $Q_i=0$  en la ecuación de segundo orden para  $\tau$ ).

### 3. COSTOS DE PRODUCCION

#### 3.1. Costos de Corto Plazo

Los costos asociados a la operación de cada centro de despacho, cuando  $N$  y  $A$  son dados, puede ser desglosado en los costos que enfrentan los  $N_i$  radio taxis,  $N_i \cdot CT_{RT}$ , más los costos relacionados con la operación de los centros de despacho:

$$CT_{CD}^i(Q_i) = K + \beta \cdot Q_i \quad (6)$$

Donde  $K$  representa el costo fijo asociado a la operación del centro de despacho (arriendo de las oficinas y materiales de oficina, entre otros). El parámetro  $\beta$  representa el costo variable por carrera producida, e incluye el salario de los operadores que trabajan en el centro de despacho y el número de líneas telefónicas y terminales de computación, entre otros. A su vez, el costo total que incurre un radio taxi se puede expresar como:

$$CT_{RT}(q) = F + \bar{\gamma} \cdot d \cdot q \quad (7)$$

Donde  $F$  representa el costo fijo relacionado con la operación del radio taxi. Esto incluye el sueldo del chofer, costo de capital, permisos, impuestos y mantención fija del vehículo, entre otros. El parámetro  $\bar{\gamma}$  representa el costo variable (\$/km) asociado a la longitud de las carreras realizadas. Éste incluye el costo en gasolina, aceite y otros costos variable asociados a la operación del vehículo. Por último,  $d$  representa la distancia media de una carrera. Sumando las expresiones (6) y (7), utilizando (5) para reemplazar  $\tau$  y usando las relaciones:  $N_i \cdot q = Q_i$ ,  $t = d \cdot S$ ,  $\gamma = \bar{\gamma} \cdot S$ ,  $t = \tau + t'$ , se puede expresar el costo total de operación en el corto plazo como:

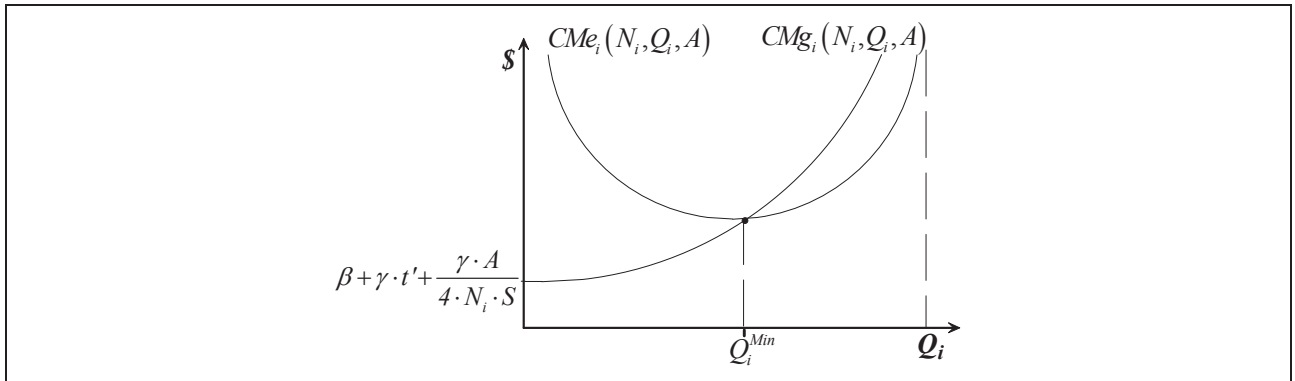
$$CT_i(N_i, Q_i, A) = K + \beta \cdot Q_i + N_i \cdot F + \gamma \cdot t' \cdot Q_i + \frac{\gamma}{2} \cdot \left( (N_i - Q_i \cdot t') - \sqrt{(Q_i \cdot t' - N_i)^2 - \frac{Q_i \cdot A}{S}} \right) \quad (8)$$

Dividiendo (8) por  $Q_i$  se obtiene el costo medio en el corto plazo:

$$CMe_i(N_i, Q_i, A) = \frac{K + N_i \cdot F}{Q_i} + \beta + \gamma \cdot t' + \frac{\gamma}{2Q_i} \cdot \left( (N_i - Q_i \cdot t') - \sqrt{(Q_i \cdot t' - N_i)^2 - \frac{Q_i \cdot A}{S}} \right) \quad (9)$$

Como se observa en (9) el primer término, que corresponden al costo fijo de operación relacionado con el centro de despacho y radio taxis respectivamente, disminuye con  $Q_i$ . Por otra parte, el término relacionado con el tiempo medio de respuesta aumenta con  $Q_i$ . Por lo tanto,  $CMe_i$  tiene la típica forma en U la que se observa en la Figura 3. En ella también se muestra el correspondiente costo marginal cuya expresión es:

$$CMg_i(N_i, Q_i, A) = \beta + \frac{\gamma}{2} \cdot t' + \frac{\gamma}{2} \cdot \left( \left( (Q_i \cdot t' - N_i) \cdot t' - \frac{A}{2 \cdot S} \right) / \sqrt{(Q_i \cdot t' - N_i)^2 - \frac{Q_i \cdot A}{S}} \right) \quad (10)$$



**Figura 3: Costo Medio y Marginal de Corto Plazo**

### 3.2. Costos de Largo Plazo

En el largo plazo, el centro de despacho puede modificar el tamaño de la flota para satisfacer la demanda. La relación óptima entre el tamaño de la flota y el número de carreras producidas para que el sistema se encuentre perfectamente adaptado,  $N_i^* = N_i^*(Q_i, A)$  se obtiene minimizando el  $CT_i$  con respecto a  $N_i$ :

$$N_i^*(Q_i, A) = Q_i \cdot t' + \frac{(2 \cdot F + \gamma)}{2} \cdot \sqrt{\frac{Q_i \cdot A}{F \cdot (F + \gamma) \cdot S}} \quad (11)$$

Luego, el costo total  $CT_i^{LP}$ , el costo medio  $CM_e_i^{LP}$ , y el costo marginal  $CM_g_i^{LP}$  de largo plazo, se obtienen reemplazando  $N_i^*(Q_i, A)$  en las respectivas funciones de corto plazo (8), (9) y (10):

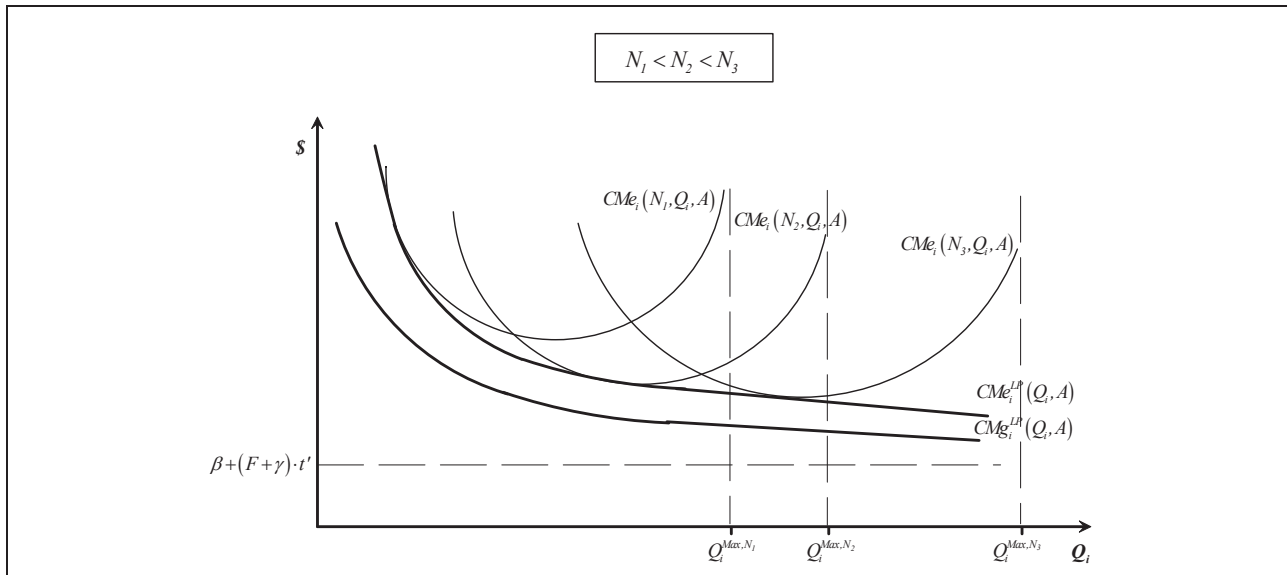
$$CT_i^{LP}(Q_i, A) = K + \beta \cdot Q_i + (F + \gamma) \cdot t' \cdot Q_i + \sqrt{\frac{F \cdot (F + \gamma) \cdot A}{S}} \cdot Q_i \quad (12)$$

$$CM_e_i^{LP}(Q_i, A) = \frac{K}{Q_i} + \beta + (F + \gamma) \cdot t' + \sqrt{\frac{F \cdot (F + \gamma) \cdot A}{S \cdot Q_i}} \quad (13)$$

$$CM_g_i^{LP}(Q_i, A) = \beta + (F + \gamma) \cdot t' + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{F \cdot (F + \gamma) \cdot A}{S \cdot Q_i}} \quad (14)$$

El tiempo medio de respuesta de largo plazo se obtiene reemplazando  $N_i^*(Q_i, A)$  en (5):

$$\tau^{LP}(Q_i, A) = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{F \cdot A}{(F + \gamma) \cdot S \cdot Q_i}} \quad (15)$$



**Figura 4: Costo Medio y Marginal de Largo Plazo**

Analizando (15) se observa que  $\tau^{LP}$  decrece en el largo plazo con el número de carreras, y llega a cero cuando  $Q_i$  tiende a infinito. Esto se produce porque el número de carreras y radio taxis es tan grande que existe una coordinación perfecta entre ellos, en otras palabras en el origen de cada carrera se encuentra un radio taxi disponible<sup>6</sup>. De (13) y (14) se observa, que tanto  $CMe_i^{LP}$  como  $CMg_i^{LP}$  disminuyen con  $Q_i$ , por lo que existen economías de escala. Estas son producidas por los costos fijos asociados a la operación de los centros de despacho y radio taxis, y por el tiempo medio de respuesta de largo plazo, que es decreciente con  $Q_i$ . En la Figura 4 se observa el costo medio y marginal de largo plazo. Nótese que el costo medio de largo plazo es la envolvente de las funciones de costo medio de corto plazo.

## 4. RESULTADOS DE LA OPERACION DEL SISTEMA

### 4.1. Equilibrio de Libre Mercado

En esta sección se analiza el equilibrio de mercado bajo condiciones de libre competencia (libre entrada). Se considera que la función de demanda por radio taxis no sólo es función de la tarifa  $f$ , sino que también depende del valor económico del tiempo medio de viaje del pasajero (Vany (1975)). En otras palabras, la disposición total a pagar puede ser expresada como el precio generalizado:

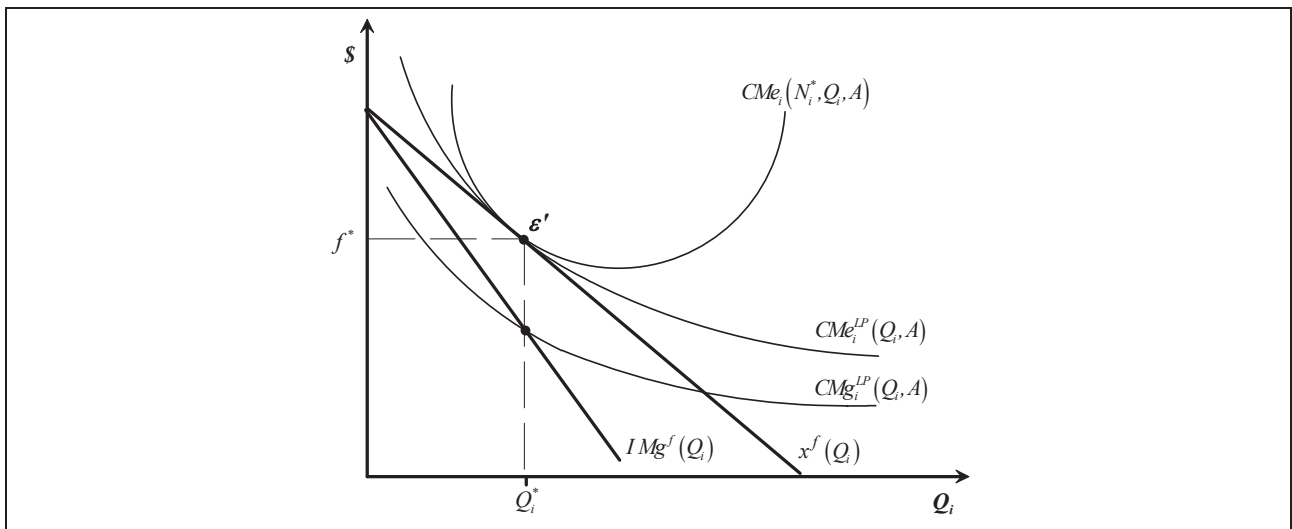
$$GP(f) = f + \theta \cdot \bar{t} \quad (16)$$

Donde  $\theta \cdot \bar{t}$  representa el valor económico del tiempo medio de viaje del pasajero, y  $\bar{t}$  corresponde al valor expresado en la ecuación (2). El mercado de los radio taxis opera con un relativamente pequeño número de centros de despacho (menor a 10 en una ciudad como

<sup>6</sup> Esta situación corresponde a un caso extremo, y por supuesto no se ocurre en la práctica.



Santiago) que entregan un servicio similar. Por lo tanto podemos suponer que opera en condiciones de competencia monopolística (o imperfecta). Cada centro de despacho posee un cierto poder monopolístico sobre los usuarios de su área de servicio.  $x(Q_i)$  es la función de demanda individual que enfrenta el centro de despacho  $i$ , cuya magnitud dependerá del tamaño del área servida y la densidad de demanda por unidad de área. Dada la función de demanda y asumiendo la características típicas de un mercado oligopólico, cada centro de despacho tratará de maximizar sus beneficios. Pero la libre entrada hará que en el largo plazo los beneficios que percibe cada centro sean nulos. Al entrar nuevos centros de despacho incentivados por la existencia de beneficios de corto plazo, las áreas de servicio se modificarán, para acomodar la operación de los nuevos operadores. La condición de equilibrio de largo plazo se describe en la Figura 5, donde se observa que  $CM_e^{LP}(Q_i, A)$  es tangente a  $x^f(Q_i)$  para una cantidad de carreras  $Q_i^*$  obtenida con la condición de maximización de beneficios:  $IMg_i = CMg_i$ .



**Figura 5: Equilibrio de los Centros de Despacho**

Como se observa en la Figura 5, en esta situación de equilibrio  $\epsilon'$ , el número de carreras producidas es igual a  $Q_i^*$ , y la tarifa está dada por  $f^*$ . También se observa que el costo medio de corto plazo toma el valor:  $CM_e(N_i^*(Q_i^*), Q_i, A)$ . El tamaño de la flota es igual a la ecuación (11) evaluada en  $Q_i^*$ . Si suponemos por simplicidad que las funciones de demanda y costos que enfrenta cada firma son iguales el número de centros de despacho de equilibrio será:  $D^* = Q^*/Q_i^*$ . Por otra parte, el número de radio taxis en el mercado va a estar dado por  $N^*(Q^*, A) = D^* \cdot N_i^*(Q_i^*)$ .

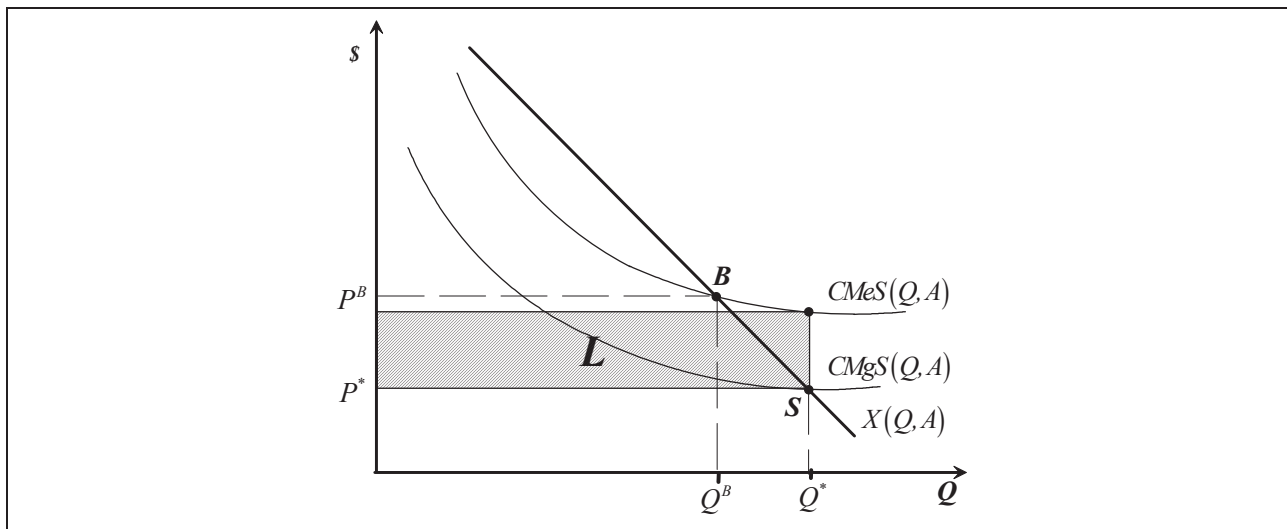
**4.2. Solución Socialmente Óptima y Solución Second Best**

Si sumamos los costos de todos los operadores ( $D$  centros de despacho y  $N$  taxistas) y usuarios de la ciudad, se obtiene que el costo total del sistema de radio taxis es igual a:

$$CTS(Q, D, A) = D \cdot K + \beta \cdot Q + (F + \gamma) \cdot t' \cdot Q + \sqrt{\frac{F \cdot (F + \gamma) \cdot A}{S}} \cdot D \cdot Q + \theta \cdot \bar{t} \cdot Q \quad (17)$$

Como se observa en esta ecuación el costo total social se minimiza cuando el sistema completo funciona con un único centro de despacho ( $D = 1$ ) que produce el total de las carreras  $Q$ . La solución socialmente óptima se representa por el punto  $S$  en la Figura 6, donde el precio social es igual al costo marginal del sistema,  $CMgS$ . De esta igualdad se obtiene que la tarifa socialmente óptima  $f^S$  es igual a:

$$f^S = \beta + (F + \gamma) \cdot t' + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{F \cdot (F + \gamma) \cdot A}{S \cdot Q^S}} \quad (18)$$



**Figura 6: Solución Socialmente Óptima y *Second Best***

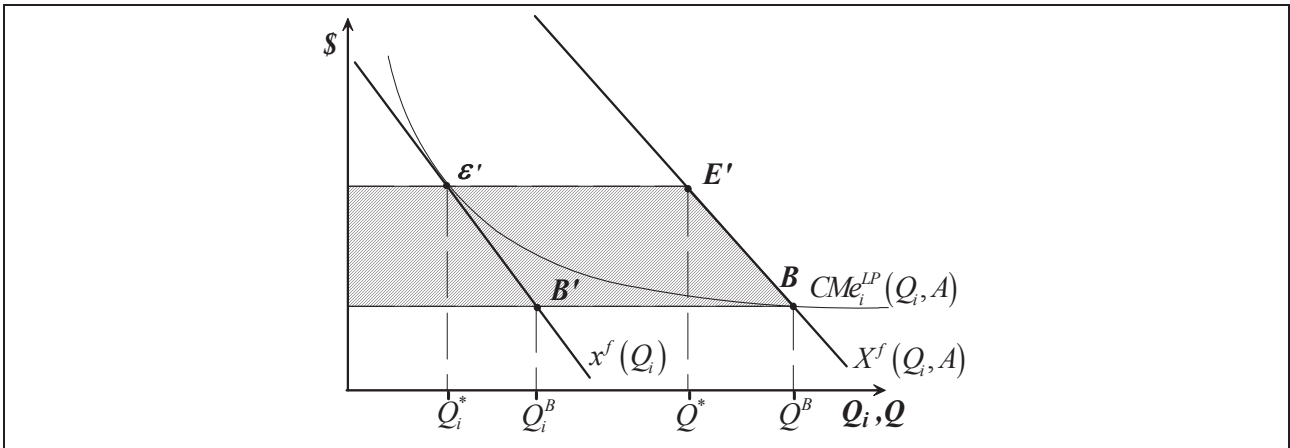
El tamaño de la flota va a estar dado por la ecuación (11) evaluada en  $Q^S$ . Como se observa en la Figura 6, al existir economías de escala (costos medios decrecientes), la tarifa socialmente óptima no logra cubrir los costos medios del sistema produciendo pérdidas representadas por  $L$ . Por lo tanto se define una situación alternativa, *second best* con tarificación a costos medios, representa por el punto  $B$  en la Figura 6, la cual maximiza el beneficio social sujeta a una restricción de auto-financiamiento. El número de carreras producidas es igual a  $Q^B$ , el tamaño de la flota es igual a la ecuación (11) evaluada en  $Q^B$  y el precio generalizado es igual al  $CMeS(Q^B, A)$ . De esta manera, la tarifa *second best*  $f^B$  está dada por:

$$f^B = \frac{K}{Q^B} + \beta + (F + \gamma) \cdot t' + \sqrt{\frac{F \cdot (F + \gamma) \cdot A}{S \cdot Q^B}} \quad (19)$$

**5. POLITICAS DE REGULACION**

Como se vio en la sección anterior, si el mercado opera libremente no se alcanza una solución socialmente óptima, por lo que a continuación se analizan políticas de regulación que permitan maximizar el beneficio social sujeto a la restricción de financiamiento de los operadores.

Si se considera que el sistema opera libremente la situación de equilibrio que enfrenta el centro de despacho  $i$  va a estar dada por el punto  $\varepsilon'(Q_i^*, f^*)$  de la Figura 7. El correspondiente equilibrio del sistema completo se representa por el punto  $E'(Q^*, f^*)$  y la solución *second best* por  $B(Q^B, f^B)$ . Como se observa en esta Figura en la situación de equilibrio libre competitivo, se produce un menor número de carreras a un precio mayor que en la solución *second best*,  $Q^* < Q^B, f^* > f^B$ . Estas diferencias producen que el sistema opere con pérdidas sociales si el mercado no es regulado. Estas corresponden a una pérdida de excedente de los consumidores representada por el área achurada de la Figura 7.



**Figura 7: Pérdidas del Sistema**

**5.1. Regulación de Tarifa**

Para regular la tarifa, se propone la tarifa  $f^B$  obtenida de la solución *second best*, ya que no requiere subsidio. Se debe considerar que esta tarifa es obtenida a partir de los costos medios de operación para un determinado nivel de servicio (calidad de los vehículos, sueldo de los choferes, sistema de gestión de las flotas, etc.). Por lo tanto, si se regula la tarifa debe regularse también el nivel de servicio que los operadores deben entregar, en forma consistente con los costos supuestos. Al establecer una tarifa  $f^B$ , se producirá un ajuste en el número de carreras demandadas que se representa por la flecha  $AB'$  en la Figura 8(a), dado que los usuarios demandarán  $Q_i^B$  carreras a la nueva tarifa. Los operadores experimentarán pérdidas en el corto plazo representadas por el área achurada  $L_1$ . Nótese que aunque los centros de despacho ajusten el tamaño de su flota en forma óptima a las nuevas demandas, obtendrán pérdidas representadas por el área achurada  $L_2$  en la misma Figura. Por lo tanto algunas firmas dejarán de operar en el mercado. Esto produce que la función de demanda que enfrenta cada firma se desplace hacia la derecha, hasta que se obtenga un nuevo equilibrio con un número menor de operadores y con

beneficio cero, lo que sólo puede producirse en el punto  $B$ , como se observa la Figura 8(a). Por lo tanto, después de sucesivos ajustes un único centro de despacho permanecerá en el mercado.

## 5.2. Regulación del Número de Centros de Despachos

En este caso el ente regulador permite que un único centro de despacho opere en un área de servicio determinada. Este centro de despacho, tratará de maximizar su beneficio, por lo que adoptará una conducta monopólica como la que se presenta en la Figura 8(b), donde  $IMg^f(Q_i, A) = CMg_i^{LP}(Q_i, A)$ . Por otra parte, aun cuando en el mercado existan ganancias en la operación representadas por el área  $G$  de la Figura 8(b), no pueden ingresar nuevas empresas debido a la restricción en el número de centros de despacho operando en el mercado. En consecuencia se obtiene una asignación ineficiente de recursos, con  $f^M > f^B$  y  $Q^M < Q^B$ .

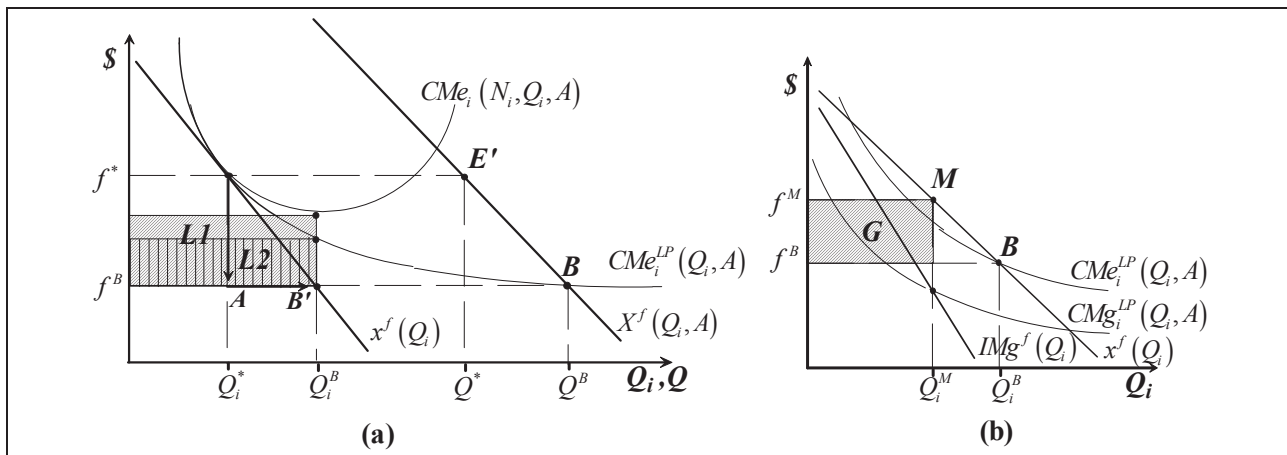


Figura 8: Equilibrio al Regular la Tarifa y el Número de Centros de Despacho

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis se obtiene que la operación de los centros de despacho presenta economías de escala para una área de servicio fija, y además características propias de un mercado oligopólico. Esto produce que el mercado presente una asignación ineficiente recursos, por lo que es necesario regular la operación de los radio taxis. La regulación del número de centros de despacho no permite alcanzar la solución socialmente óptima, a menos que se aplique simultáneamente una regulación tarifaria como la analizada en la sección anterior. Por lo tanto, una forma de implementar la regulación sería concesionar un único centro de despacho para cada área predefinida. La concesión debiera ser asignada mediante un proceso abierto y competitivo de licitación pública, en que se especifique la calidad del servicio a entregar y la variable de adjudicación sea la tarifa de los servicios.

## AGRADECIMIENTOS

Los resultados presentados fueron obtenidos en un proyecto de investigación financiado por FONDECYT y la Pontificia Universidad Católica de Chile.

## REFERENCIAS

Brown, T. A. y Fitzmaurice, J. M. (1978) The Pennsylvania Taxicab Industry: Demand and Cost Analysis. **Traffic Quarterly**, Vol. 32, N° 3, 399-414.

Cairns, R. D. y Liston-Heyes, C. (1996) Competition and Regulation in the Taxi Industry. **Journal of Public Economics**, Vol. 59, N° 1, 1-15.

Coffman, R. B. (1977) The Economic Reasons for Price and Entry Regulation of Taxicabs: A Comment. **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol. 11, N° 3, 288-297.

Douglas, G. W. (1972) Price Regulation and Optimal Service Standards. **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol. 6, N° 2, 116.

Fernández, J. E., De Cea J. y Briones J. (2001) Un modelo para el análisis y evaluación del mercado de los taxis urbanos. **Actas del X Congreso Chileno de Ingeniería de Tránsito y Transporte**, Universidad de Concepción, Oct. 2001.

Mohring, H. (1976) **Transportation Economics**. Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass.

Shreiber, C. (1975) The Economic Reason for Price and Entry Regulations of Taxicabs. **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol. 9, N° 3, 268-279.

Vany, A. D. (1975) Capacity Utilization Under Alternative Regulatory Restraints: An Analysis of Taxi Market. **Journal of Political Economics**, Vol. 83, N° 1, 83-94.

Williams, D. J. (1980) The Economic Reasons for Price and Entry Regulation of Taxicabs: A Comment. **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol. 14, N° 1, 105-113.